

Effet de la salinité sur la germination graines et la croissance des semis de treize cultivars africains de sésame (*Sesamum indicum* L.)

Adiouma Dangué,

Laboratoire de Biotechnologies des Champignons, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar-Fann, Sénégal

Ndiogou Gueye,

Laboratoire de Biotechnologies des Champignons, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar-Fann, Sénégal, Institut Sénégalais de Recherche Agricole, Centre pour le Développement de l'Horticulture., Dakar, Sénégal

Ahmed Tidjane Diallo,

Laboratoire de Biotechnologies des Champignons, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar-Fann, Sénégal, Département de Productions Végétales, Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA), Université de Thiès, Thiès, Sénégal

Idy Carras Sare,

Mame Arama Fall-Ndiaye,

Tahir Abdoulaye Diop,

Laboratoire de Biotechnologies des Champignons, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar-Fann, Sénégal

Doi:10.19044/esj.2020.v16n15p200 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2020.v16n15p200](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2020.v16n15p200)

Résumé

Le sésame (*Sesamum indicum* L.), une plante annuelle autoféconde originaire d'Afrique et d'Inde, est très sensible aux stades de germination et de semis mais modérément tolérant aux stress hydrique et salin. Cette étude menée en serre a pour objectif d'évaluer l'effet de différentes concentrations de NaCl sur la germination des graines et la croissance des semis de treize variétés africaines de sésame provenant du Sénégal, du Burkina Faso, du Cameroun et du Soudan. Un dispositif à blocs randomisés avec deux facteurs et trois répétitions a été utilisé. Les résultats montrent un effet négatif du gradient de salinité sur le taux de germination, le taux de survie, la biomasse

fraiche, la biomasse sèche, le diamètre au collet et la longueur de la tige. Les variétés AS09, AS13, AS14, AS15, AS19 et AS25 ont été moins affectées par la salinité. L'importance de l'effet dépressif dépend de la concentration de sel et de la variété de sésame.

Mots clés: Sésame, variétés, NaCl, germination, croissance.

Effect Of Salinity on the Germination and Growth of Thirteen African Sesame Cultivars (*Sesamum indicum* L.)

Adiouma Dangué,

Laboratoire de Biotechnologies des Champignons, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar-Fann, Sénégal

Ndiogou Gueye,

Laboratoire de Biotechnologies des Champignons, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar-Fann, Sénégal, Institut Sénégalais de Recherche Agricole, Centre pour le Développement de l'Horticulture., Dakar, Sénégal

Ahmed Tidjane Diallo,

Laboratoire de Biotechnologies des Champignons, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar-Fann, Sénégal, Département de Productions Végétales, Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA), Université de Thiès, Thiès, Sénégal

Idy Carras Sare,

Mame Arama Fall-Ndiaye,

Tahir Abdoulaye Diop,

Laboratoire de Biotechnologies des Champignons, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar-Fann, Sénégal

Abstract

Sesame (*Sesamum indicum* L.), an annual self-pollinating plant native to Africa and India, is very sensitive to the stages of germination and sowing but moderately tolerant to water and salt stress. The objective of this

greenhouse study is to assess the effect of different NaCl concentrations on seed germination and seedling growth of thirteen African sesame varieties from Senegal, Burkina Faso, Cameroon and Sudan. A randomized block device with two factors and three replicates was used. The results show a negative effect of the salinity gradient on the germination rate, survival rate, fresh biomass, dry biomass, collar diameter and length of the stem. Varieties AS09, AS13, AS14, AS15, AS19 and AS25 were less affected by salinity. The magnitude of the depressive effect depends on the concentration of salt and the sesame variety.

Keywords: Sesame, variety, NaCl, germination, growth.

Introduction

Le sésame (*Sesamum indicum* L.) est une oléagineuse annuelle autofécondée, à croissance généralement indéterminée et au port érecté. Cette oléagineuse appartient à la famille des Pedaliaceae et est importante en raison de la résistance de son huile à l'oxydation et à la rancidité. Originaires d'Afrique et d'Inde, elle est cultivée pour ses graines, qui sont riches en huile, en vitamines et en protéines (Islam et al., 2016 ; Mishra et al., 2016 ; Walter et al., 2016). Cependant, sa productivité est limitée par la sécheresse et la salinité à l'instar des autres cultures confrontées aux effets des stress biotiques et abiotiques (Diatta et al., 2014 ; Islam et al., 2016). Certains végétaux disposent d'un potentiel génétique, qui leur confère une tolérance aux stress environnementaux (Diallo et al., 2014). Le sésame est sensible aux stades de semis et de germination, mais modérément tolérant à la sécheresse et à la salinité (Harfi et al., 2016).

La salinisation des sols est répandue dans les zones arides et semi-arides. Elle est liée aux conditions climatiques et aux activités humaines. La superficie de terres agricoles touchées par la salinité (NaCl) ne cesse d'augmenter.

Les sols sont dits salés lorsque la C_{Ee} (conductivité...) est de 4 dS / m ou plus, ce qui équivaut à environ 40 mM de NaCl et génère une pression osmotique d'environ 0,2 MPa (Munns & Tester, 2008 ; Fahramand et al., 2014). La salinité due au NaCl constitue l'un des principaux stress abiotiques, qui inhibe la croissance des plantes et réduit leur productivité (Fahramand et al., 2014 ; Xie et al., 2016). Au Sénégal, la superficie des terres salées est en permanente augmentation, ce qui a pour corollaire la baisse de production agricole (Ndiaye et al., 2014). L'amélioration de la production agricole dans les zones affectées par la salinité nécessite la sélection de variétés et de génotypes tolérants aux sels (Benidire et al., 2015).

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet de différentes concentrations de NaCl sur la germination des graines et la croissance des semis de treize

variétés africaines de sésame. Plus spécifiquement, il s'agira de calculer le pourcentage de germination des graines, le taux de survie semis et de déterminer les biomasses fraîche et sèche, la croissance apicale et le diamètre au collet des plants de sésame.

Materiel Et Methodes

1. Matériel végétal et substrat de culture

Le matériel végétal est constitué des graines de treize variétés africaines de sésame provenant du Sénégal (AD01, AD09, AD14), du Mali (AS09, AS13, AS19), du Bénin (AS23, AS35), du Togo (AS25, AS31), du Burkina Faso (AS22), du Cameroun (AS14) et du Soudan (AS15).

Le substrat est le sol du jardin botanique de la faculté des Sciences et Techniques de l'université Cheikh Anta Diop de Dakar. Des caractéristiques physicochimiques du substrat sont résumées dans le tableau 1.

Tableau 1: Caractéristiques du sol (substrat) utilisé

pHeau 1/2,5	CE 1/10 µs/Cm	%C	%MO	%N	C/N	Ca meq/100g	Mg meq/100g	Na meq/100g	K meq/100g	P ppm	S meq/100g	CEC meq/100g	T %	PSE %	A %	LF %	LG %	SF %	SM %	SG %
7,4	65	2,37	4,086	0,21	11	6,9	0,525	0,0425	0,139	48	7,606	15	51	0,3	10,75	2,5	1,29	48,315	36,66	0,485

T : taux de saturation en bases ; PSE : Pourcentage de Sodium Echangeable ; A : argile ; LF : limon fin ; LG : limon grossier ; SF : sable fin ; SM : sable moyen et SG : sable grossier

2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est constitué de blocs randomisés avec deux facteurs et trois répétitions. Le facteur variété de sésame est constitué de treize modalités (AD01, AD09, AD14, AS09, AS13, AS19, AS23, AS35, AS25, AS31, AS15, AS22, AS14) et le facteur contrainte abiotique (NaCl) comprend cinq modalités (0 mM ; 17 mM ; 34 mM ; 68 mM ; 136 mM). L'unité expérimentale était un pot contenant 150 g du substrat de culture. Dans chaque pot, cinq graines d'une variété ont été semées. L'arrosage à la capacité au champ (Ly et al. 2014) est fait quotidiennement avec la solution correspondante (non saline pour le témoin et saline pour les autres traitements) afin d'éviter tout déficit hydrique.

3. Paramètres mesurés

Le nombre de graines germées en terme de levées a été compté chaque jour par pot jusqu'au 21^{ème} jour.

Le taux final de germination (TG) et le taux de survie (Ts) sont calculés.

$$\text{Taux de germination} = \frac{\text{Nombre de graine germées}}{\text{Nombre de graine semées}} \times 100$$

$$\text{Taux de survie} = \frac{\text{Nombre de plants vivants}}{\text{Nombre de graine germées}} \times 100$$

Le meilleur plant (le plus développé) de chaque pot est sélectionné pour déterminer les paramètres suivants : diamètre au collet (DC), longueur tige (LT), biomasse fraîche (BF) et biomasse sèche (BS).

Le diamètre au collet est déterminé avec un pied à coulisse à affichage électronique (Ly et al., 2014). La longueur de la tige est mesurée à l'aide d'un double décimètre. La biomasse fraîche est mesurée aussitôt à la récolte et la biomasse sèche après séchage à l'étuve à 70 °C pendant 48 heures (Ly et al., 2014 ; Faye et al., 2015).

4. Analyses statistiques

Les analyses statistiques sont faites avec le logiciel R. Le test de normalité de Shapiro-Wilk est fait pour toutes les données. Le traitement statistique des données à distribution normale est effectué en adoptant une approche paramétrique avec analyse de la variance (ANOVA). Le test de Tukey au seuil de probabilité de 5% est effectué afin de comparer et classer les moyennes des variables mesurées. Les taux de germination et de survie sont aussi soumis au test de Chi carré de Pearson.

Resultats

1. Effet Des Concentrations De NaCl Sur La Germination

Dans les pots témoins, les plus forts taux de germination (100%) ont été observés sur les variétés AS09, AS13, AS25 et AS15 et présentent une différence significative avec les autres ($p < 0,05$). Les taux de germination ont été moyens pour les autres cultivars. Les taux de germination ont significativement baissé avec l'augmentation des concentrations en NaCl (Tableau 2).

Tableau 2 : Taux de germination des variétés de sésame 21 jours après semis à différentes concentrations (a : fort taux de germination).

Variétés	Concentrations de NaCl (mM)				
	0	17	34	68	136
AD01	53,33abcdef	73,33 abcd	33,33bcdef	13,33 def	0 f
AD09	80,00 abc	66,67abcde	66,67abcde	20,00 cdef	6,67 ef
AD14	40,00abcdef	53,33abcdef	66,67abcde	33,33 bcdef	20,00 cdef
AS09	100,00 a	100,00 a	100,00 a	93,33 ab	20,00 cdef
AS13	100,00 a	93,33 ab	86,67 ab	86,67 ab	13,33 def
AS19	93,33 ab	100,00 a	86,67 ab	100,00 a	13,33 def
AS23	60,00abcdef	80,00 abc	80,00 abc	53,33abcdef	0 f
AS35	93,33 ab	93,33 ab	86,67 ab	53,33abcdef	13,33 def
AS25	100,00 a	100,00 a	86,67 ab	86,67 ab	20,00 cdef
AS31	80,00 abc	86,67 ab	73,33abcd	66,67 cdef	0 f
AS15	100,00 a	100,00 a	93,33 ab	86,67 ab	20,00 cdef
AS22	66,67abcde	66,67abcde	93,33 ab	66,67abcde	0 f

AS14	93,33 ab	93,33 ab	100,00 a	60,00abcdef	13,33 def
Test de Tukey au seuil de 0,5% : CV=27.18585 ; PS <2 ^{e-16} *** Pearson's Chi-squared test X-squared = 11205, df = 194, p-value < 2.2 ^{e-16}					

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Sur une même colonne les moyennes affectées de lettres différentes permettent de les classe en différents groupes du plus fort taux (a) au plus faible (f).

2. Effet des concentrations de NaCl sur le taux de survie

En absence de NaCl, les plus forts taux de survie (100%) ont été observés sur les variétés AS09, AS13, AS25 et AS15. Sur le reste des variétés des taux de survie moyens ont été enregistrés. Les taux de survie ont significativement diminué avec la salinité (Tableau 3).

Tableau 3: Taux de survie des variétés de sésame 21 jours après semis à différentes concentrations de NaCl (a : fort taux de survie).

Variétés	Concentrations de NaCl (mM)				
	0	17	34	68	136
AD01	40,00 defg	66,67 abcd	20,00 efg	0 g	0 g
AD09	73,33 abcd	60,00abcde	66,67abcd	0 g	0 g
AD14	40,00 defg	53,33 bcde	53,33 bcde	0 g	0 g
AS09	100,00 a	100,00 a	73,33abcd	6,67 fg	0 g
AS13	100,00 a	93,33 ab	73,33abcd	0 g	0 g
AS19	80,00 abcd	100,00 a	73,33abcd	6,67 fg	0 g
AS23	53,33 bcde	73,33 abcd	60,00abcde	0 g	0 g
AS35	86,67 abc	86,67 abc	60,00abcde	0 g	0 g
AS25	100,00 a	93,33 ab	73,33abcd	6,67 fg	0 g
AS31	80,00 abcd	80,00 abcd	60,00abcde	0 g	0 g
AS15	100,00 a	100,00 a	73,33abcd	6,67 fg	0 g
AS22	66,67 abcd	46,67 cdef	53,33 bcde	0 g	0 g
AS14	93,33 ab	86,67 abc	86,67 abc	0 g	0 g
Test de Tukey au seuil de 0,5% : CV= 29.17896 ; PS <2 ^{e-16} *** Pearson's Chi-squared test : X-squared = 12801, df = 194, p-value < 2.2 ^{e-16}					

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Sur une même colonne les moyennes affectées de lettres différentes permettent de les classer en différents groupes du plus fort taux (a) au plus faible (g).

3. Effet des concentrations de NaCl sur la longueur des tiges

La figure 1 présente les variations de la longueur des tiges des treize variétés africaines de sésame en fonction des différentes concentrations de NaCl. Les plus longues tiges ont été obtenues avec les traitements témoins (0 mM de NaCl). Des tiges de longueurs moyennes ont été observées à 17 mM, celles de faibles longueurs ont été enregistrées pour toutes les variétés de sésame à la concentration 34 mM de NaCl.

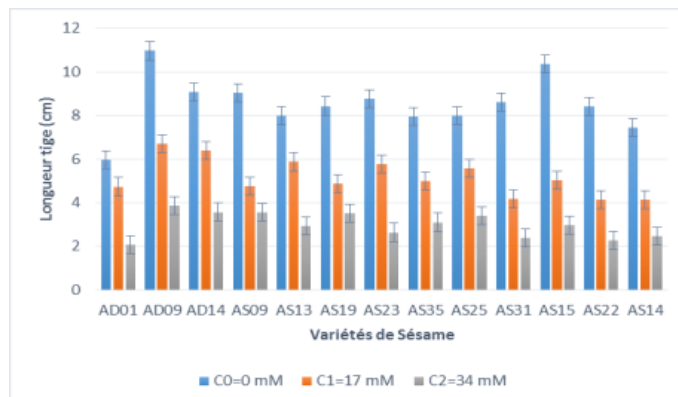


Figure 1 : Longueur de la tige des variétés de sésame à différentes concentrations de NaCl.

4. Effet des concentrations de NaCl sur le diamètre au collet

La figure 2 présente les variations du diamètre au collet des treize variétés africaines de sésame en fonction des différentes concentrations de NaCl. Les plus grands diamètres au collet ont été obtenus au niveau des traitements témoins (0 mM). Des diamètres au collet moyens ont été observés pour toutes les variétés à 17 mM de sel. Les plus petits diamètres au collet ont été enregistrés à 34 mM de NaCl pour toutes les variétés de sésame

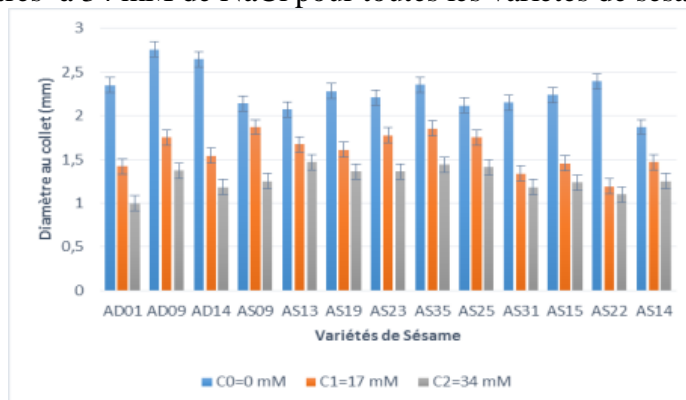


Figure 2 : Diamètre au collet des variétés de sésame en fonction de la concentration de NaCl.

5. Effet des concentrations de NaCl sur la biomasse fraîche

La figure 3 présente les variations de la biomasse fraîche des treize variétés africaines de sésame en fonction des différentes concentrations de NaCl. Les plus importantes biomasses fraîches ont été obtenues pour toutes les variétés en absence de sel. Des biomasses fraîches moyennes ont été observées en présence de 17 mM de NaCl et de faibles biomasses fraîches ont été enregistrées à 34 mM pour les treize variétés africaines.

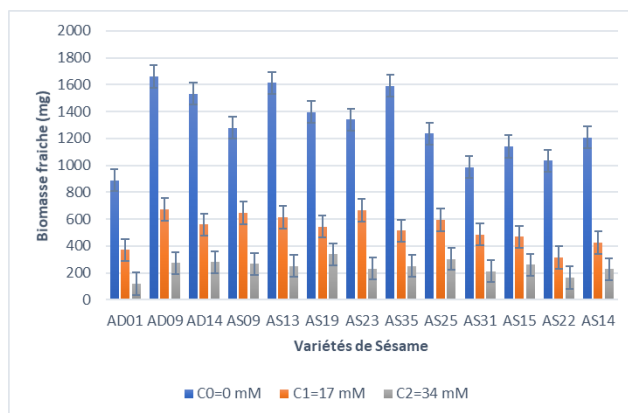


Figure 3: Biomasse fraîche des variétés de sésame en fonction de la concentration de NaCl.

6. Effet des concentrations de NaCl sur la biomasse sèche

La figure 4 présente les variations de la biomasse sèche des treize variétés africaines de sésame en fonction des différentes concentrations de NaCl. Les plus importantes biomasses sèches ont été obtenues à l'absence de NaCl. Des biomasses sèches moyennes ont été observées pour toutes les variétés à 17 mM. Les plus faibles biomasses sèches ont été enregistrées à 34 mM de NaCl pour toutes les variétés africaines de sésame.

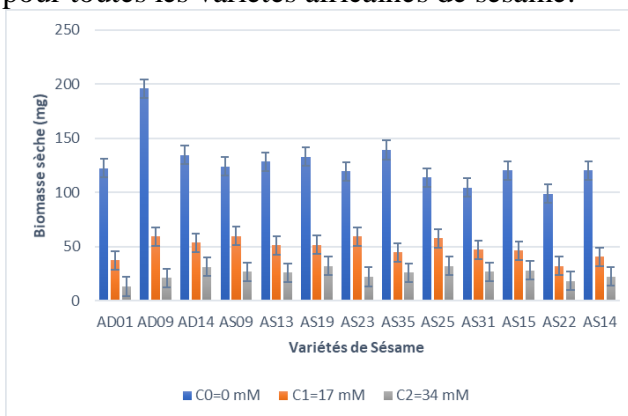


Figure 4: Biomasse sèche des variétés de sésame à différentes concentrations de NaCl.

Discussion

Les taux de germination les plus importants (100%) ont été obtenus en absence de salinité avec les variétés de sésame AS09, AS13, AS25 et AS15 (Tableau 2). Des taux de survie de 100% sont observés pour les témoins des variétés AS09, AS13, AS25 et AS15 (Tableau 3). Le taux de germination a globalement diminué avec l'augmentation de la concentration de sel pour les différentes variétés de sésame (Tableau 2). Ces résultats sont en accord avec ceux de Ndiaye et al. (2014) qui ont montré une diminution du taux de germination de *Gossypium hirsutum* L. avec l'augmentation de la salinité.

L'effet dépressif du sel sur la capacité de survie des plants dépend de la concentration en NaCl dans le milieu de culture et de la variété (Hamrouni et al., 2008 ; Diallo et al., 2014).

Les concentrations de 17 mM et 34 mM de NaCl ont entraîné la diminution de la longueur de la tige, du diamètre au collet, des biomasses fraîche et sèche (Figures 1 à 4). En effet, une augmentation des concentration en NaCl inhibe la croissance des plantes (Gehlot et al., 2005).

Les biomasses fraîche et sèche de toutes les variétés sont réduites par la salinité (Figure 3 et 4). Ces résultats rapellent ceux de Bekele et al. (2017), qui ont montré une réduction proportionnelle au niveau de salinité des biomasses fraîche et sèche des plants de différents variétés de sésame.

La salinité a occasionné la diminution du diamètre au collet. Cette même observation a été faite par Bahrami et al. (2016), qui ont montré que la salinité affecte négativement la croissance des plantes. En outre, des observations similaires ont été faites par Ly et al. (2014) sur le diamètre au collet de *Jatropha curcas* L..

Le taux de germination, la longueur de la tige, la biomasse fraîche et la biomasse sèche ont diminué de façon significative au sein de toutes les variétés de sésame avec l'augmentation des concentrations de NaCl (Tableau 1 et Figure 2 à 4). Ouji et al. (2015) ont obtenu des résultats similaires en montrant une diminution significative des paramètres de croissance de cinq variétés de lentilles (*Lens culinaris* L.) avec l'augmentation de la salinité.

Conclusion

L'effet de la salinité sur la germination et la croissance de treize variétés africaines de sésame a été évalué en serre pendant vingt-un jours. Le taux de germination des graines, le taux de survie, le diamètre au collet, les biomasses fraîche et sèche et la longueur de la tige des plants ont diminué avec l'augmentation de la concentration de NaCl. Les variétés AS09, AS13, AS19, AS25, AS15 et AS14 ont été les plus tolérantes à la salinité qui a moins affecté leurs taux de germination et de survie. Ces résultats révèlent que les variétés de sésame AS09, AS13, AS19, AS25, AS15 et AS14 pourraient être utilisées dans les zones arides et semi-arides où la salinité ne cesse d'augmenter.

Conflits D'interets : Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Contributions Des Auteurs : AD a élaboré et mis au point le protocole expérimental, l'analyse et l'interprétation des données et la rédaction de l'article. NG et ICS sont intervenus dans l'élaboration et la mise au point du protocole expérimental, l'analyse et l'interprétation des données. ATD et MAF-N ont apporté leur contribution dans la correction et à la révision du contenu sur le fond que sur la forme. TAD est le superviseur de ce travail de

recherche. Il est intervenu dans la correction du protocole, et a coordonné toutes les activités.

References:

1. Asgharipour, M. R., & Rafiei, M. (2011). Effect of salinity on germination and seedling growth of lentils. *Journal of Applied Sciences Research*, 7(11).
2. Bahrami, H., Jafari, A. O., & Razmjoo, J. (2016). Effect of Salinity Levels (NaCl) on Yield, Yield Components and Quality Content of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Cultivars. *Environmental Management and Sustainable Development*, 5(2), 104. <https://doi.org/10.5296/emsd.v5i2.9852>
3. Bekele, A., Besufekad, Y., Adugna, S., & Yinur, D. (2017). Screening of selected accessions of Ethiopian sesame (*Sesame indicum* L.) for salt tolerance. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 9, 82-94. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2016.11.009>
4. Benidire, L., Daoui, K., Fatemi, Z. A., Achouak, W., Bouarab, L., & Oufdou, K. (2015). Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantules de *Vicia faba* L.(Effect of salt stress on germination and seedling of *Vicia faba* L.). *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(3), 840–851.
5. Diallo, B., Samba, S., Sane, D., & Diop, T. (2014). Effet du chlorure de sodium sur la germination de graines de <i>Ricinus communis</i> L. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(4), 1534. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v7i4.10>
6. Djatta, M., Laminou Manzo, O., Macoumba Diouf, P., & Diop, T. (2014). Effets de l'inoculation mycorhizienne sur le sesame (<i>Sesamum indicum</i> L.) en conditions naturelles. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(5), 2050. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v7i5.22>
7. Fahramand, M., Mahmood, M., Keykha, A., Noori, M., & Rigi, K. (2014). Influence of abiotic stress on proline, photosynthetic enzymes and growth. *Int Res J Appl Basic Sci*, 8(3), 257–265.
8. Faye, E., Camara, M., Toure, M., & Mbaye, A. (2015). Evaluation et amélioration du comportement de <i>Atriplex lentiformis</i> (Torr.) S. Watson en milieux salés au Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(4), 1697. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v8i4.30>
9. Gehlot, H. S., Purohit, A., & Shekhawat, N. S. (2005). Metabolic changes and protein patterns associated with adaptation to salinity in *Sesamum indicum* cultivars. *J. Cell Mol. Biol*, 4, 31–39.

10. Hamrouni, L., Abdallah, F. B., Abdelly, C., & Ghorbel, A. (2008). La culture in vitro : Un moyen rapide et efficace pour sélectionner des génotypes de vigne tolérant la salinité. *Comptes Rendus Biologies*, 331(2), 152-163. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2007.11.002>
11. Harfi, M. E., Hanine, H., Rizki, H., Latrache, H., & Nabloussi, A. (2016). Effect of Drought and Salt Stresses on Germination and Early Seedling Growth of Different Color-seeds of Sesame (*Sesamum indicum*). *International Journal of Agriculture and Biology*, 18(06), 1088-1094. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0145>
12. Ibrahim, M. (2016). Response of Sesame (*Sesamum indicum* L.) to various levels of Nitrogen and Phosphorus in agro-climatic condition of Peshawar. *Pure and Applied Biology*, 5(1), 121-126. <https://doi.org/10.19045/bspab.2016.50016>
13. Islam, F., Gill, R. A., Ali, B., Farooq, M. A., Xu, L., Najeeb, U., & Zhou, W. (2016). Sesame. In *Breeding Oilseed Crops for Sustainable Production* (p. 135-147). Elsevier. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128013090000069>
14. Ly, M., Kumar, D., Diouf, M., Nautiyal, S., & Diop, T. (2014). Effet de la salinité sur la croissance et la production de biomasse de deux provenances de *Jatropha curcas* L. cultivés en serre. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(1), 46. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v8i1.5>
15. Miraj, S., & Kiani, S. (2016). Bioactivity of *Sesamum indicum*: A review study. *Der Pharmacia Lettre*, 8(6), 328–334.
16. Mishra, P. K., Paroha, S., & Prakash Mishra, R. (2016). Assessment of Storage Dependent Physiological Parameters of *Sesamum indicum* seeds. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(1), 641-653. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2016.501.065>
17. Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59(1), 651-681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
18. Ndiaye, A., Faya, E., & Touré, M. (2014). Effets du stress salin sur la germination des graines de *Gossypium hirsutum* L. *Journal of Applied Biosciences*, 80(1), 7081. <https://doi.org/10.4314/jab.v80i1.5>
19. Oujji, A., El-Bok, S., Mouelhi, M., Younes, M. B., & Kharrat, M. (2015). Effect of salinity stress on germination of five Tunisian lentil (*Lens culinaris* L.) genotypes. *13 European Scientific Journal* vol.11, No.21 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.
20. Walter, O.-A., Patrick, R., Paul, G., & Patrick, O. (2016). Genotype by environment interaction in sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars in

- Uganda. African Journal of Plant Science, 10(10), 189-202.
<https://doi.org/10.5897/AJPS2016.1426>
21. Xie, J., Dai, Y., Mu, H., De, Y., Chen, H., Wu, Z., Yu, L., & Ren, W. (2016). Physiological and biochemical responses to nacl salinity stress in three roegneria (Poaceae) species. Pak. J. Bot, 48(6), 2215–2222.